

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-291322  
 (43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/16  
 B41J 2/045  
 B41J 2/055

(21)Application number : 09-102304  
 (22)Date of filing : 18.04.1997

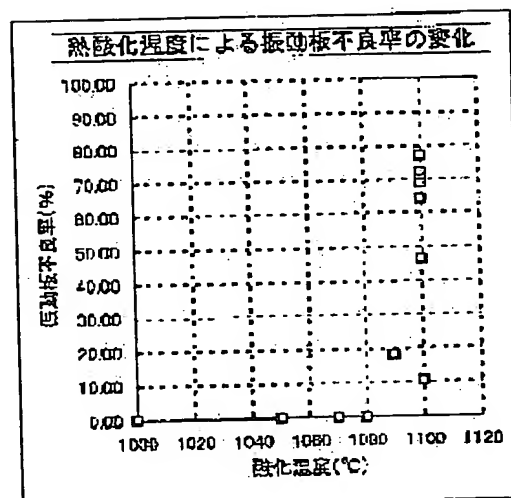
(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP  
 (72)Inventor : ARAKAWA KATSU HARU  
 FUJISAWA SATOSHI

## (54) MANUFACTURE OF INK-JET HEAD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrict generation of defects of a diaphragm due to oxidization, by optimizing an oxidation temperature at a thermal oxidation process as a final process to an Si substrate to be not higher than a specific temperature.

SOLUTION: When a pin hole is formed in a total diaphragm of an Si substrate because of a thermal oxidation process to the substrate, the Si substrate where the diaphragm is formed is subjected to thermal oxidation while an oxidation temperature in an oxygen ambience is changed from 1000 to 1100° C and an oxidation time is adjusted to obtain a predetermined oxidation film thickness. The oxidation film is thus obtained. Regarding a relationship of the oxidation temperature and a failure rate of the diaphragm at the thermal oxidation process, the failure rate is 0% when the oxidation temperature is not higher than 1080° C. Therefore, pin holes can be eliminated from the diaphragm if the oxidation temperature is not higher than 1080° C.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3539126

[Date of registration] 02.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-291322

(43)公開日 平成10年(1998)11月4日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 4 1 J 2/16  
2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-102304

(22)出願日 平成9年(1997)4月18日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 荒川 克治

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 藤沢 里志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

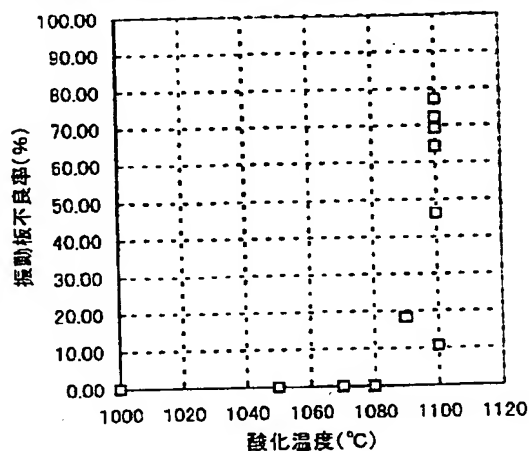
(54)【発明の名称】 インクジェットヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 振動板を形成したS i 基板を、絶縁膜形成のため熱酸化した後ヘッドに組み立てて圧力室内にインクを注入すると、熱酸化処理によって振動板に微小なピンホールが発生し、振動板を透過してインクが静電駆動に必要な振動板と対向電極のギャップに侵入し駆動が不可能になるという課題があった。

【解決手段】 振動板形成後の熱酸化膜形成工程で、酸化温度を摂氏1080度以下として、振動板に発生するピンホールを無くし振動板不良率を0%とする。また、熱酸化処理によりS i 基板表面に酸化膜を形成した後、吐出室側の酸化膜の表面に、スパッタ・CVD等の成膜手段によって耐インク性を有する酸化物、窒化物、金属等の薄膜を形成する。

熱酸化温度による振動板不良率の変化



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク液滴を吐出する単一または複数のノズル孔と、該ノズル孔の各々に連結する吐出室と、該吐出室の少なくとも一方の壁を構成する振動板と、該振動板に変形を生じさせる駆動手段とを備え、該駆動手段が該振動板を静電気力に変形させる電極からなり、該振動板が形成される基板がSi基板であるインクジェットヘッドにおいて、前記振動板が形成されたSi基板の熱酸化工程での酸化温度が、摂氏1080度以下であることを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項2】 インク液滴を吐出する単一または複数のノズル孔と、該ノズル孔の各々に連結する吐出室と、該吐出室の少なくとも一方の壁を構成する振動板と、該振動板に変形を生じさせる駆動手段とを備え、該駆動手段が該振動板を静電気力に変形させる電極からなり、該振動板が形成される基板がSi基板であるインクジェットヘッドにおいて、前記Si基板の最終工程である熱酸化工程後、Si基板表面に酸化物または窒化物あるいは金属の薄膜を形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項3】 前記Si基板表面に形成する酸化物の薄膜の材質が、酸化ケイ素または酸化チタンあるいは酸化クロムであることを特徴とする請求項2記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項4】 前記Si基板表面に形成する窒化物の薄膜の材質が、窒化ケイ素または窒化チタンであることを特徴とする請求項2記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項5】 前記Si基板表面に形成する金属の薄膜の材質が、チタンまたは金あるいは白金であることを特徴とする請求項2記載のインクジェットヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録を必要とする時にのみインク液滴を吐出し、記録紙面に付着させるインクジェットヘッド記録装置の主要部であるインクジェットヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インクジェット記録装置は、記録時の騒音が極めて小さいこと、高速印字が可能であること、インクの自由が高く安価な普通紙を使用できることなど多くの利点を有する。この中でも記録が必要な時にのみインク液滴を吐出する、いわゆるインク・オン・デマンド方式が、記録に不要なインク液滴の回収を必要としないため現在主流となっている。

【0003】このインク・オン・デマンド方式のインクジェットヘッド記録装置には、インクを吐出させる方法として、駆動手段に静電気力を利用したインクジェットヘッド記録装置（特開平6-71882号公報）があ

り、この方式は小型高密度・高印字品質及び長寿命とあるという利点を有している。

【0004】この静電気力を駆動力とするインクジェットヘッドにおいては、振動板の機械的変形特性はインク吐出特性に大きく影響し、振動板の厚みを高精度に制御する必要がある。そこで、振動板をSi基板をエッチングして形成する手段として、特開平6-71882号公報にあるように、エッチングストップ技術を用いてP型不純物層のエッチング速度が遅いことを利用し、P型不純物層のみをエッチングにより残留せしめて、振動板となるSi薄膜を高精度に形成する方法が取られるようになってきた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、振動板を形成したSi基板を、絶縁膜形成のため熱酸化した後、ヘッドに組み立てて圧力室内にインクを注入すると、熱酸化処理によって振動板に微小なピンホールが発生し、振動板を透過したインクが静電駆動に必要な振動板と対向電極のギャップに侵入し、駆動が不可能になるという課題があった。したがって、本発明の目的は、振動板からインク漏れを発生しないインクジェットヘッドの製造方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のインクジェットヘッドの製造方法は、インク液滴を吐出する単一または複数のノズル孔と、該ノズル孔の各々に連結する吐出室と、該吐出室の少なくとも一方の壁を構成する振動板と、該振動板に変形を生じさせる駆動手段とを備え、前記駆動手段が前記振動板を静電気力に変形させる電極からなり、該振動板が形成される基板がSi基板であるインクジェットヘッドにおいて、該Si基板の最終工程である熱酸化工程での酸化温度を摂氏1080度以下として酸化温度を最適化することで、酸化による振動板欠陥の発生を抑えることを特徴とする。

【0007】また、本発明のインクジェットヘッドの製造方法は、インク液滴を吐出する単一または複数のノズル孔と、該ノズル孔の各々に連結する吐出室と、該吐出室の少なくとも一方の壁を構成する振動板と、該振動板に変形を生じさせる駆動手段とを備え、前記駆動手段が前記振動板を静電気力に変形させる電極からなり、該振動板が形成される基板がSi基板であるインクジェットヘッドにおいて、該Si基板の最終工程である熱酸化工程後、該Si基板表面に酸化物、窒化物あるいは金属の薄膜を形成し、熱酸化処理によって発生した振動板のピンホールを塞ぐことを特徴とする。また、Si基板表面に形成する酸化物の薄膜の材質が酸化ケイ素、酸化チタン、酸化クロムであり、窒化物の薄膜の材質が窒化ケイ素、窒化チタンであり、金属の薄膜の材質がチタン、金、白金であることを特徴とする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0009】（実施例1）図1は、本発明の第1の実施例に関わるインクジェットヘッドの分解斜視図で、一部断面図で示してある。本実施例はインク液滴をインクジェットヘッドの端部に設けたノズル孔から吐出させるフェイスインクジェットタイプの例を示すものである。図2は組み立てられた全体装置の側面の断面図、図3は図2のA-A'線矢視図である。本実施例のインクジェットヘッドは、下記に詳記する構造を持つ3枚の基板1・2・3を重ねて接合した積層構造となっている。

【0010】中間の第1の基板1は、Si基板であり、底壁を振動板5とする吐出室6を構成することになる凹部7と、凹部7の後部に設けられたオリフィス8を構成することになるインク流入のための細溝9と、各々の吐出室6にインクを供給するための共通のインクキャビティ10を構成することになる凹部11を有する。第1の基板の全面に、熱酸化により酸化膜を0.11ミクロン形成し絶縁膜としている。これは、インクジェット駆動時の絶縁破壊、ショートを防止するためである。

【0011】第1の基板1の下面に接合される第2の基板2は、ホウケイ酸ガラスを使用し、この基板2に電極15を装着するための凹部14を0.3ミクロンエッチングすることにより、振動板5とこれに対向して配置させる電極15との対向間隔、すなわちギャップGを形成している。この凹部14はその内部に電極15、リード部16及び端子17を装着できるように電極部形状に類似したやや大きめの形状にパターン形成している。電極は凹部14内にITOを0.1ミクロンスパッタし、ITOパターンを形成することで作製する。したがって、本実施例における第1の基板1と第2の基板2を陽極接合した後のギャップGは、0.2ミクロンとなっている。

【0012】また、第1の基板の上面に接合される第3の基板3には、厚さ100ミクロンのSi基板を用い、基板3の面部に、吐出室6用の凹部7と連結するようにそれぞれノズル孔12を設け、またインクキャビティ10用の凹部11と連通するようにインク供給口13を設ける。

【0013】上記のように構成されたインクジェットヘッドの動作を説明する。電極15に発信回路23により0Vから35Vのパルス電極を印加し、電極15の表面がプラスに帯電すると、対応する振動板5の下面はマイナス電位に帯電する。したがって、振動板5は静電気の吸引作用により下方へたわむ。次に、電極15をOFFにすると、振動板5は復元する。そのため、吐出室6内の圧力が急激に上昇し、ノズル孔12よりインク液滴21を記録紙22に向けて吐出する。次に、振動板5が再び下方へたわむことにより、インクがインクキャビティ10よりオリフィス8を通じて吐出室6内に補給され

る。なお、基板1と発信回路23との接続は、ドライエッチングにより基板1の1部に開けた酸化膜の窓（図示せず）において行う。また、インクジェットヘッドへのインクの供給は、第3の基板3に設けたインク供給口13により行う。

【0014】本実施例のインクジェットヘッドにおける振動板は、高濃度P型不純物層であって、高濃度P型不純物層は、所望の振動板厚と同じだけの厚さを有している。アルカリ水溶液によるSiエッチングにおけるエッチングレートは、ドーパントがボロンの場合、高濃度（約 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上）の領域において、エッチングレートが非常に小さくなる。このことを利用し、振動板形成領域を高濃度ボロンドープ層とし、アルカリ異方性エッチングにより、吐出室、インクキャビティを形成する際に、ボロンドープ層が露出した時点でエッチングレートが極端に小さくなる、いわゆるエッチストップ技術によって、振動板は所望の板厚に作製される。

【0015】本実施例におけるインクジェットヘッドの第1の基板1の製造方法を、図4の第1の基板の拡散工程図、および図5の第1の基板のエッチング工程図において、 $\text{B}_2\text{O}_3$ を不純物拡散源として、厚さ2ミクロンの振動板を形成する場合について詳細に説明する。

【0016】まず、(110)を面方位とするSi基板41の両面を鏡面研磨し、180ミクロンの厚みの基板を作製する（図4（a））。Si基板41を、熱酸化炉にセットし、酸素および水蒸気雰囲気中で摂氏1100度、4時間で熱酸化処理を施し、Si基板41表面に酸化膜42を1.2ミクロン成膜する（図4（b））。次いで、ボロンドープ層を形成する面43の酸化膜42を剥離するため、Si基板41のボロンドープ層を形成する面43の反対の面44にレジストをコートし、レジストを保護膜としてボロンドープ層を形成する面43の酸化膜42をふっ酸水溶液にてエッチング除去し、レジストを剥離する（図4（c））。拡散源となる $\text{B}_2\text{O}_3$ を有機溶剤中に3.15wt%を分散した拡散剤45を、酸化膜を除去したボロンドープ層を形成する面43に2000rpm、1分間の条件でスピンコーティングし、クリーンオープン中で摂氏140度の温度で30分間ベークする（図4（d））。このとき拡散剤45の厚みは1.2ミクロンとなる。拡散剤45をコーティングしたSi基板41を熱酸化炉にセットし、酸素雰囲気中、摂氏600度の条件で加熱し、拡散剤45中の有機バインダーを酸化除去し $\text{B}_2\text{O}_3$ を焼成する。引き続き炉内を窒素雰囲気にし、温度を摂氏1100度上昇させ、そのまま温度を12時間保持し、ボロンをSi基板中に拡散させ、ボロンドープ層46を形成する。このとき、拡散剤45（ $\text{B}_2\text{O}_3$ ）とSi基板41表面ボロンドープ層46の界面にボロン化合物47が形成されている（図4（e））。ボロンドープ層46を形成した面の反対側にレジストをコートし、拡散剤45をふっ酸

水溶液によりエッチング除去する(図4(f))。Si基板41表面に現れたボロン化合物47は耐エッチング性が高く、ウェットエッチングによる除去が不可能なため、次のような手段をとる。まず、Si基板41のレジストを剥離した後、Si基板41を酸化炉にセットし、酸素および水蒸気雰囲気、摂氏600度の条件でボロン化合物47を1時間酸化し、ふっ酸水溶液によるエッチングが可能な $B_2O_3 + SiO_2$ に化学変化させる。なお、酸化の温度が低いと、拡散が進行することではなく、ボロン化合物47を酸化せずドライエッチングで除去することも可能である。拡散面のボロン化合物47を酸化して $B_2O_3 + SiO_2$ に化学変化させた状態ですらに熱酸化して、ボロンドープ層側に1.2ミクロンの酸化膜48を形成する(図4(g))。続けて、酸化膜側に吐出室、インクキャビティを作り込むためのレジストパターニングを施し、ふっ酸水溶液でエッチングし酸化膜42をパターニングする。そして前記基板のレジストを剥離する(図4(h))。

【0017】以上が、高濃度ボロンドープ層46の形成を塗布法で実施した場合であり、他の高濃度のドープ層を形成する手段として、ボロン拡散板をSi基板に対向させて熱拡散を行う方法がある。

【0018】次に、エッチングによる振動板の作製方法を説明する。

【0019】ボロンドープ層46が形成され、酸化膜42をパターニングされているSi基板41(図5

(a))を35wt%水酸化カリウム水溶液で、エッチングがボロンドープ層に達する直前(残り10ミクロン程度)まで行う(図5(b))。このとき、エッチング面51の平滑性が保たれる。次に、高濃度ボロンドープ層46でのエッチングストップ性が高い5wt%水酸化カリウム水溶液で、Si基板41のエッチングを継続してエッチングストップさせる(図5(c))。しかし、5wt%水酸化カリウム水溶液のような低濃度のエッチング液では、エッチング面の面粗れが大きく、エッチングストップの効果があるにも関わらず振動板表面のエッチング面52に若干の面粗れが残る。さらに、エッチングストップ状態からのエッチングを継続し、所定の振動板厚みになるまでエッチングすると、エッチングストップの効果によってエッチング面53の面粗れが減少する(図5(d))。以上の工程により、厚み精度が $2 \pm 0.025$ ミクロンにすることができる前記のように作製した振動板において、熱酸化処理によって1基板の全振動板に対してピンホールが発生した割合、すなわち振動板不良率の調査方法を図6の検査サンプルの断面図で説明する。また、酸化温度による不良率の変化を図7の酸化温度と振動板不良率の関係を示すグラフにより説明する。

【0020】振動板を形成したSi基板41を、酸素雰囲気中で酸化温度を摂氏1000度から1100度に変

化させて、酸化膜厚が0.11ミクロンになるように酸化時間を調整し、熱酸化処理を行い、酸化膜42を形成した試験用サンプルを作製する。この試験用サンプルを図6(a)のように厚み1mmのホウケイ酸ガラス60に大気中で接合温度摂氏380度、接合電圧800Vの条件で陽極接合する。接合温度摂氏380度の状態で、吐出室61内の空気はSi基板41とホウケイ酸ガラス60の接合により密閉状態となる。この状態で接合されたSi基板41とホウケイ酸ガラス60が、室温まで冷却されると、吐出室61内は密閉状態にあるため、吐出室61内の空気の体積の収縮により吐出室61内の圧力は低下する。この圧力の低下量は、振動板変形による体積変化は吐出室61全体の体積に比べて小さいため、ボイル・シャルルの法則から求められる次式から接合時の圧力を1気圧とすると、吐出室内の圧力は0.45気圧であり、圧力の低下量は0.55気圧である。

【0021】

$$P_1 \times V_1 / T_1 = P_2 \times V_2 / T_2$$

$V_1 = V_2$ と仮定できるため、

$$P_2 = T_2 / T_1 \times P_1$$

$$= (273 + 25) / (273 + 380) \times P_1$$

$$= 0.45 \times P_1$$

接合直後の吐出室の圧力、体積、温度：

$$P_1, V_1, T_1 (= 273 + 380^\circ\text{C})$$

冷却後の吐出室の圧力、体積、温度：

$$P_2, V_2, T_2 (= 273 + 25^\circ\text{C})$$

振動板にピンホールがなく正常ならば、図6(b)のように振動板62は吐出室63の圧力低下により吐出室側に変形する。逆に、振動板64にピンホールがあると、ピンホール欠陥部66より吐出室65に空気が流入するため、吐出室65内の圧力低下が起こらず振動板64は変形しない。接合後の振動板の様子をノルマンスキー干涉計を備えた金属顕微鏡で観察することにより、振動板変形の有無を確認でき、変形の無い振動板、すなわちピンホールのある振動板数をカウントして、1基板におけるピンホールの発生した振動板の割合、すなわち振動板不良率を算出する。

【0022】以上のように求めた熱酸化処理における酸化温度と振動板不良率の関係をまとめると図7のようなグラフになる。この結果から、酸化温度摂氏1080度以下では、振動板不良率は0%となり、酸化温度摂氏1080度以下の条件において振動板のピンホールをなくせる。

【0023】(実施例2) 本発明第2の実施例におけるSi基板表面に酸化物、窒化物、金属の薄膜を形成する場合について図8の第1の基板の断面図で説明する。

【0024】インクジェットヘッド駆動に必要な絶縁膜として酸化膜の形成は必須であり、耐電圧の問題により酸化温度を1080℃以上の高温で行わなければならない場合がある。そのような場合、まず熱酸化処理により

7

Si基板41表面に酸化膜42を形成する(図8(a))。吐出室6側の酸化膜42の表面に酸化ケイ素、窒化ケイ素、チタン、窒化チタン、酸化クロム、金、白金などを0.1ミクロンの厚みに成膜する。これらの膜は、インクに接してもインクによって腐食されることがなく、振動板に存在する微小なピンホールを塞ぐことができる。成膜手段として、スパッタ、CVDが適しており、スパッタにより酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化チタン、チタン、窒化チタン、酸化クロム、金、白金が形成でき、CVDにおいては酸化ケイ素、窒化ケイ素、チタン、窒化チタンが成膜できる。

【0025】一方、振動板の変形は、駆動ギャップの変化となり、吐出特性が安定しない原因となる。したがって、保護膜の選定にあっては保護膜の応力による振動板の変形に留意しなければならず、上記の保護膜については、厚み0.1ミクロン以下では、その応力による変形量は、許容量0.05ミクロン以下であった。なお、変形量はレーザー干渉計により測定し求めている。

【0026】以上に説明したように、Si基板に耐インク性を有する酸化物、窒化物、金属の薄膜を形成し、振動板のピンホールを塞ぐことによって、振動板の不良をなくすることができる。

【0027】

【発明の効果】インクジェットヘッドの製造工程であり、振動板形成後のSi基板に対して酸化膜形成のために行う熱酸化処理において、酸化温度を摂氏1080度以下に制限したことによって、振動板へのピンホールの発生を防ぐことができた。

【0028】さらに、振動板にピンホールが存在していても、振動板上に酸化物、窒化物、金属の薄膜を形成することによって、振動板のピンホールを薄膜で塞ぐことができる。

【0029】以上の方法により、振動板からの駆動ギャップへのインク侵入によるインクジェットヘッド不良が無くなり、安定したインクジェットヘッドの製造が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるインクジェットヘッドの構造を分解して示す斜視図。

【図2】本発明の第1の実施例におけるインクジェットヘッドの断面側面図。

【図3】図2のA-A'線矢視図。

【図4】本発明の第1の実施例におけるインクジェットヘッドの第1の基板の製造工程を構成する拡散の工程断

8

面図。

【図5】本発明の第1の実施例におけるインクジェットヘッドの第1の基板の製造工程を構成するエッチングの工程断面図。

【図6】本発明の第1の実施例における振動板不良率調査用の試験サンプルの断面図。

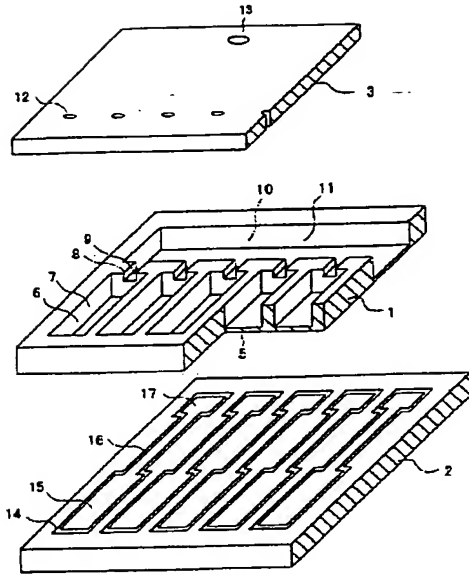
【図7】本発明の第1の実施例における酸化温度と振動板不良率の関係を示す図。

【図8】本発明の第2の実施例におけるインクジェットヘッドの第1の基板の断面図。

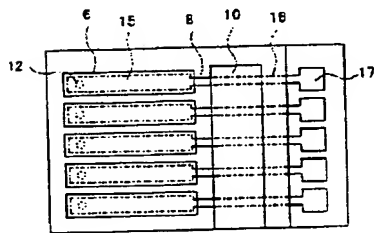
【符号の説明】

- |          |               |
|----------|---------------|
| 1        | 第1の基板         |
| 2        | 第2の基板         |
| 3        | 第3の基板         |
| 5        | 振動板           |
| 6        | 吐出室           |
| 7        | 凹部            |
| 8        | オリフィス         |
| 9        | 細溝            |
| 10       | インクキャビティ      |
| 11       | 凹部            |
| 12       | ノズル孔          |
| 13       | インク供給口        |
| 14       | 凹部            |
| 15       | 電極            |
| 16       | リード部          |
| 17       | 端子            |
| 21       | インク液滴         |
| 22       | 記録紙           |
| 23       | 発信回路          |
| 41       | Si基板          |
| 42       | 酸化膜           |
| 43       | ボロンドープ層を形成する面 |
| 44       | 反対の面          |
| 45       | 拡散剤           |
| 46       | ボロンドープ層       |
| 47       | ボロン化合物        |
| 48       | 酸化膜           |
| 51、52、53 | エッチング面        |
| 60       | ホウケイ酸ガラス      |
| 61、63、65 | 吐出室           |
| 62、64    | 振動板           |
| 66       | ピンホール欠陥部      |
| 81       | 薄膜            |

【図1】



【図3】



(a)

(b)

(c)

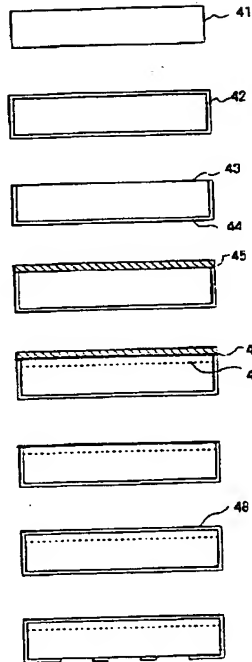
(d)

(e)

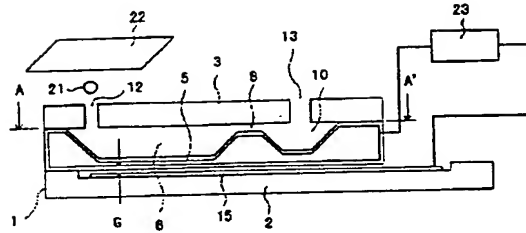
(f)

(g)

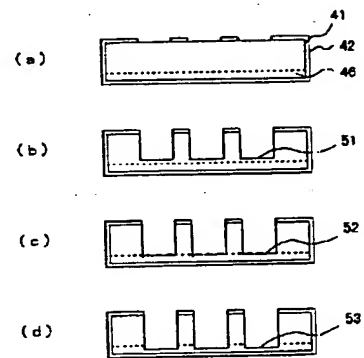
(h)



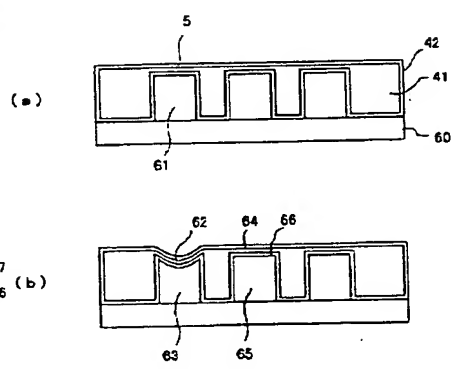
【図2】



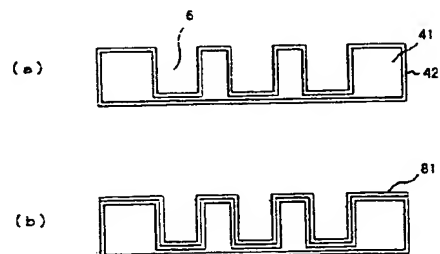
【図5】



【図6】



【図8】





【図7】

